

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTER EIGENTUM

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICH NACH DEM VERTRAO ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentanmeldungs-Nr. :

PCT/2000/0100, B01D 5/56

A1

(11) Internationale Veröffentlichungszahl:

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

24. November 1994 (24.11.94)

(21) Internationale Anmelder-Nr. :

PCT/DE94/00463

(31) Bestimmungsgesetzter: JP, US, europäische Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(22) Internationales Anmelddatum:

27. April 1994 (27.04.94)

(30) Prioritätsdaten:

7. Mai 1993 (07.05.93)

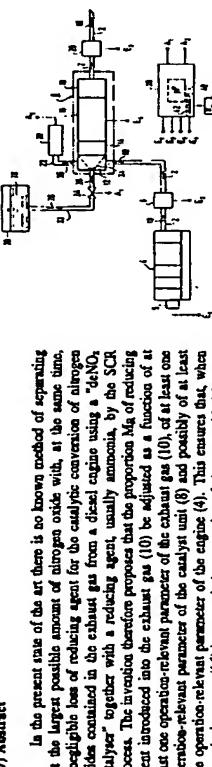
DE

Veröffentlichung  
Mit internationalen Recherchebericht.(71) Anmelder (für alle Beurkundungssitzungen außer US): SIEMENS  
AKTIENGESELLSCHAFT (DE/DE); Wirtschaftsprüfer 2,  
D-80013 München (DE).

(72) Erfinder; und

(73) Erfinder/Anecker (nur für US): SCHMIDZ, Helmut  
(DE/DE); Rudolf-Steck-Straße 14, D-83709 Prien (DE).(54) Titel: PROCESS AND DEVICE FOR CONTROLLABLY ADDING A REDUCING AGENT INTO NITROGEN OXIDE  
CONTAINING EXHAUST GAS(54) Beschreibung: VERFAHREN UND ERICHTUNG ZUR GESTEUERTEM EINBRINGUNG EINES REDUKTIONSMITTELS IN  
EN STICKOXIDHALTIGES ARGAS

(57) Abstract



In the present state of the art there is no known method of separating out the largest possible amount of nitrogen oxide with, at the same time, a negligible loss of reducing agent for the catalytic conversion of nitrogen oxides contained in the exhaust gas from a diesel engine using a "d-NO<sub>x</sub> catalyst" together with a reducing agent, usually ammonia, by the SCR process. The invention therefore proposes that the proportion M<sub>d</sub> of reducing agent introduced into the exhaust gas (10) be adjusted as a function of at least one operation-relevant parameter of the catalyst unit (8) and possibly of at least one operation-relevant parameter of the catalyst unit (8), thus ensuring that, when the reducing agent (16) is metered, the proportion of nitrogen oxide (NO<sub>x</sub>) in the catalytic activity (9) of the catalyst unit (8) and its pressure and temperature cycle, the adsorption and desorption characteristics of the catalyst unit (8) for the reducing agent (8) to be added to the exhaust gas by means of a control unit (8) are taken into account and are caused to affect the proportion M<sub>d</sub> of reducing agent to be added to the exhaust gas by means of a control unit (8). The invention is essentially applicable to all internal combustion engines operating with excess air to reduce the nitrogen oxide in the exhaust gases.

(51) Internationale Patentanmeldungs-Nr. :

PCT/2000/0100, B01D 5/56

A1

(11) Internationale Veröffentlichungszahl:

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

24. November 1994 (24.11.94)

(21) Internationale Anmelder-Nr. :

PCT/DE94/00463

(31) Bestimmungsgesetzter: JP, US, europäische Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(22) Internationales Anmelddatum:

27. April 1994 (27.04.94)

(30) Prioritätsdaten:

7. Mai 1993 (07.05.93)

DE

(71) Anmelder (für alle Beurkundungssitzungen außer US): SIEMENS  
AKTIENGESELLSCHAFT (DE/DE); Wirtschaftsprüfer 2,  
D-80013 München (DE).

(72) Erfinder; und

(73) Erfinder/Anecker (nur für US): SCHMIDZ, Helmut  
(DE/DE); Rudolf-Steck-Straße 14, D-83709 Prien (DE).

## LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfzeilen der Schriften, die internationale Ausmündungen gemäß dem PCT veröffentlicht.

AT	Chemnitz	CA	Geben	MR	Mauritius
AU	Australien	CB	Vereinigte Staaten	MW	Malta
BG	Bucharest	CG	Georgien	NB	Nicaragua
BR	Brasilia	GU	Guinea	NC	Nicaragua
BY	Bratislava	GR	Griechenland	NE	Neuseeland
BG	Battalia Faso	HU	Hungary	NZ	Neuseeland
BG	Bulgarien	IS	Iceland	PK	Pakistan
BJ	Eritrea	IE	Ireland	PT	Portugal
BR	Bresilien	IT	Italien	RU	Russland
BY	Belarus	JP	Japan	SD	Sudan
CA	Kanada	KE	Kenya	SE	Schweden
CF	Zentralafrikanische Republik	KG	Demokratische Volksrepublik Korea	SI	Slawenien
CO	Kollege	KP	Republik Korea	SK	Slowakei
CR	Schweiz	KR	Republik Korea	SL	Slawenien
CZ	Czecoslowakien	KZ	Kasachstan	SM	Somalia
CH	Kantonen	LJ	Liechtenstein	SG	Singapur
CI	Elfenbeinküste	LK	St. Lucia	TD	Tschad
CL	Chile	LU	Luxemburg	TC	Togo
CO	Trinidad und Tobago	LT	Litauen	TT	Trinidad und Tobago
CR	Costarika	MC	Monte Carlo	UA	Ukraine
DE	Deutschland	MD	Bosnien und Herzegowina	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Deutschland	MO	Madagaskar	UZ	Uzbekistan
ES	Spanien	ML	Mali	VN	Vietnam
FI	Finnland	MV	Madagaskar		
FR	Frankreich				

BEST AVAILABLE COPY

1

**Beschreibung**

Verfahren und Einrichtung zur gesteuerten Einbringung eines Reduktionsmittels in ein stickoxidhaltiges Abgas

5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Einrichtung zur gesteuerten Einbringung eines Reduktionsmittels in ein stickoxidhaltiges Abgas eines Verbrennungsmotors mit einer in der Abgasleitung eingebauten Katalysatoreinheit zur 10 Stickoxidminderung.

Der Einsatz fossiler Energieträger in Verbrennungsmotoren bei der Traktion wirft aufgrund des Schadstoffgehalts im Abgas große Probleme in Gebieten mit hohen Fahrzeugdichten, also 15 vor allem in den Industriestaaten, auf. Als Schadstoffe sind unter anderem Stickoxide, Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid, Oxide des Schwefels und Ruß zu nennen, die mit zu den bekannten Umweltproblemen, wie z.B. saurer Regen und Smog, beitragen.

20 Im Zuge eines steigenden Umweltbewußtseins und strenger gesetzlicher Auflagen bezüglich des Schadstoffausstoßes sind eine Vielzahl von Katalysatoren und Rußfiltern entwickelt worden, die zur Verringerung des Ausstoßes der obengenannten Schadstoffe beitragen. Zur Verminderung der Schadstoffe im Abgas von Ottomotoren sind beispielsweise edelmetallhaltige Katalysatoren bekannt, an denen Kohlenwasserstoffe und Kohlenmonoxid mit Stickoxiden und Restsauerstoff zu Kohlendioxid, Stickstoff und/oder Wasser umgewandelt werden. Zur Verringerung des Schadstoffausstoßes von Dieselmotoren sind sogenannte Partikelfilter bekannt, die die im Abgas enthaltenen Rußpartikel zurückhalten. Die Beseitigung der Rußpartikel erfolgt durch Abbrand im Partikelfilter. Des Weiteren arbeitet man derzeit vielerorts an der Entwicklung eines geregelten Diesalkatalysators, mit dem es möglich sein soll, den Stickoxidgehalt im Abgas eines Dieselmotors erheblich zu senken. Dies ist aufgrund des hohen Restgehalts an Luftsauer-

2

stoff im Abgas mit den bekannten edelmetallhaltigen Katalysatoren, wie sie in Fahrzeugen mit Ottomotoren bei stöchiometrischer Verbrennung eingesetzt werden, nicht möglich.

5 Stattdessen sollen in Fahrzeugen mit Diesel- und Magermix-Motoren, also Motoren mit einer überstöchiometrischen Verbrennung, sogenannte DeNO<sub>x</sub>-Katalysatoren verwendet werden, an denen die im Abgas enthaltenen Stickoxide mit einem geeigneten Reduktionsmittel, meist Ammoniak, nach dem Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion (SCR) zu umweltfreundlichem Stickstoff und Wasser umgesetzt werden. Das Reduktionsmittel oder eine Vorstufe des Reduktionsmittels wird in Strömungsrichtung des Abgases vor dem Katalysator in das Abgas eingebracht und tritt dann in vorzugsweise homogener Vermischung 15 mit den im Abgas enthaltenen Stickoxiden im den Katalysator ein.

Die Verbrennungsmotoren werden bei der Traktion mit variabler Last und Drehzahl betrieben. Das bedeutet, daß die pro Zeit-einheit erzeugten Stickoxidmengen und die Abgasmassenströme und -temperaturen großen Schwankungen unterliegen. Es ist derzeit keine Lösung bekannt, um die pro Zeiteinheit in das Abgas eingebrachte Reduktionsmittelmenge in einer Weise einzustellen, daß unabhängig vom Betriebszustand des Verbrennungsmotors hohe Abscheideraten für die Stickoxide bei gleichzeitig verschwindend geringem Reduktionsmittel-Schlupf erreicht werden. Erschwerend kommt hinzu, daß Ammoniak giftig ist und bereits bei einer Konzentration von nur etwa 5 ppm eine erhebliche Geruchshbelastigung für den Menschen darstellt. Aus diesem Grund ist ein Schlupf von Ammoniak unbedingt zu vermeiden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur gesteuerten Einbringung eines Reduktionsmittels in ein stickoxidhaltiges Abgas anzugeben, die die obengenannten Anforderungen erfüllen.

35

3

Bezüglich des Verfahrens wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Reduktionsmittelrate  $\dot{M}_R$  des in das Abgas eingebrachten Reduktionsmittels in Abhängigkeit von mindestens einem betriebsrelevanten Parameter des Abgases, von mindestens einem betriebsrelevanten Parameter der Katalysatoreinheit und ggf. von mindestens einem betriebsrelevanten Parameter des Motors eingestellt wird.

10 Bezuglich der Einrichtung wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Kontrolleinheit, dieser Kontrolleinheit zugeordnete Mittel zur Erfassung von mindestens einem betriebsrelevanten Parameter des Abgases, von mindestens einem betriebsrelevanten Parameter der Katalysatoreinheit und 15 ggf. von mindestens einem betriebsrelevanten Parameter des Motors und eine der Kontrolleinheit zugeordnete Reduktionsmittelzuführungs-Einheit, mit der ein Reduktionsmittel in Stromungsrichtung des Abgases vor der Katalysatoreinheit in die Abgasleitung einbringbar ist, vorgesehen sind, wobei die Kontrolleinheit zur Einstellung der in das Abgas eingebrachten Reduktionsmittelrate  $\dot{M}_R$  in Abhängigkeit von den betriebsrelevanten Parametern vorgesehen ist.

Hierdurch wird erreicht, daß die in das Abgas eingebrachte Reduktionsmittelrate  $\dot{M}_R$  für alle Betriebszustände des Verbrennungsmotors, die durch eine kontinuierliche oder diskontinuierliche Aus- und Bewertung der betriebsrelevanten Parameter charakterisiert werden, ausreicht, die Stickoxide vollständig katalytisch umzusetzen. Gleichzeitig wird die Reduktionsmittelrate  $\dot{M}_R$  aber auch so eingestellt, daß ein Schlupf des Reduktionsmittels vermieden wird. Besonders durch die Einbeziehung der betriebsrelevanten Parameter des Katalysators wird diese exakte Einstellung der Reduktionsmittelrate  $\dot{M}_R$  erreicht.

20 Zur Bestimmung der pro Zeitseinheit vom Motor angelieferten Stickoxidmenge, im folgenden als Stickoxidatrate  $\dot{M}_{NO}$ , bezeichnet

4

net, ist es vorteilhaft, wenn als betriebsrelevanter Parameter des Motors der Luftmassenstrom, der der Stellung der Kraftstoffeinspritzeinrichtung entsprechende Regelstangenweg, der Ladedruck und/oder die Motordrehzahl vorgehen ist. Die Erfassung dieser Parameter ist bei modernen elektronischen Dieselsteuerungen ohnehin meist üblich, so daß hierfür in den meisten Fällen kein zusätzlicher Aufwand entsteht. Der Massenstrom kann beispielsweise auch rechnerisch durch die Messung der Motordrehzahl, des Ladedrucks oder der Ladeflufttemperatur bei gleichzeitiger Kenntnis des Motorhubvolumens bestimmt werden. Hierdurch ist es möglich, die Stickoxide  $\dot{M}_{NO}$ , durch einen Vergleich der betriebsrelevanten Parameter aus den bekannten Kennfelddaten des Motors zu bestimmen. Diese Kennfelddaten sind vorzusweise in der Kontrolleinheit abgelegt. Diese Vorgehensweise wird insbesondere dann genutzt, wenn kein Sensor als Mittel zur Messung der Stickoxidkonzentration in der Abgasleitung eingelegt ist.

10 Bei Vorhandensein eines Sensors zur Messung der Stickoxidkonzentration ist es vorteilhaft, wenn als betriebsrelevanter Parameter des Abgases dessen Temperatur, dessen Druck, dessen Massenstrom und/oder dessen Stickoxidkonzentration vorgesehen ist. Dabei kann aus dem Massenstrom und der Stickoxidkonzentration des Abgases die am Katalysator ankommende Stickoxidrate  $\dot{M}_{NO}$ , bestimmt werden. Bei gleichzeitiger Kenntnis der Temperatur des Abgases kann, wie noch gezeigt wird, dann entsprechend dem Temperaturverlauf der katalytischen Aktivität des Katalysators eine geeignete Reduktionsmittelrate  $\dot{M}_R$  bestimmt und in das Abgas dosiert werden.

20 Unter Bezugnahme auf den vorhergehenden Absatz ist es darüber hinaus vorteilhaft, wenn als betriebsrelevanter Parameter der Katalysatoreinheit deren Temperatur  $T$ , deren katalytische Aktivität  $k$  und deren Druck- und Temperaturverlauf, deren spezifische Speicherkapazität  $C_R$  für das Reduktionsmittel und deren Druck- und Temperaturverlauf und deren physikalische Größe, wie z.B. Geometrie, Wärmeübergang und Gewicht der katalytischen Schichten, bestimmt werden.

25

30

Unter Bezugnahme auf den vorhergehenden Absatz ist es darüber hinaus vorteilhaft, wenn als betriebsrelevanter Parameter der Katalysatoreinheit deren Temperatur  $T$ , deren katalytische Aktivität  $k$  und deren Druck- und Temperaturverlauf, deren spezifische Speicherkapazität  $C_R$  für das Reduktionsmittel und deren Druck- und Temperaturverlauf und deren physikalische Größe, wie z.B. Geometrie, Wärmeübergang und Gewicht der katalytischen Schichten, bestimmt werden.

35

4

5 talytisch aktiven Masse, vorgesehen ist. Diese Parameter können dabei in vorteilhafter Weise in die Kontrolleinheit implementierbar sein, d.h. in einen Speicher geladen werden.

Mittels dieser Parameter ist es der Kontrolleinheit bei entsprechender Ausbildung einerseits möglich, eine genaue Angabe über den momentanen Betriebszustand des Katalysators zu machen. Andererseits ist es hierdurch möglich, beispielsweise bei positiven Lastsprüngen des Motors, was im besondren zu einem drastischen Anstieg der Abgastemperatur führt, eine genaue Aussage über die vom Katalysator pro Zeiteinheit desorbierende Reduktionsmittelmenge, im folgenden als Reduktionsmittelrate  $M_p$  bezeichnet, zu machen. Ferner kann bei negativen Lastsprüngen, die eine Senkung der Abgastemperatur zur Folge haben, das dadurch zusätzlich verfügbare Speichervermögen des Katalysators für das Reduktionsmittel ermittelt werden.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann entsprechend der im Abgas enthaltenen Stickoxidrate  $M_{NO}$ , ein Zuschlagwert für die Reduktionsmittelrate  $M_R$  bestimmt werden, der gegebenenfalls um eine von der Katalysatoreinheit desorbierte Reduktionsmittelrate  $M_D$  verringert oder um eine von der Katalysatoreinheit adsorbierte Reduktionsmittelrate  $M_A$  erhöht wird. Hierdurch wird die zur katalytischen Umsetzung der Stickoxide erforderliche Reduktionsmittelrate  $M_R$  nicht ausschließlich entsprechend der im Abgas enthaltenen Stickoxidrate  $M_{NO}$ , zudosiert, sondern wird im besonderen bei positiven Lastsprüngen des Verbrennungsmotors durch die vom Katalysator desorbierte Reduktionsmittelrate  $M_D$  teilweise ersetzt. Dies vermeidet eine Überdosierung des Reduktionsmittels, wodurch ein Reduktionsmittelschlupf gerade bei positiven Lastsprüngen des Verbrennungsmotors vollständig vermieden wird. Dem gegenüber kann der Zwischenwert um die adsorbierte Reduktionsmittelrate  $M_A$  erhöht werden, wodurch immer ausreichend viel Reduktionsmittel zur Umsetzung der Stickoxide vorhanden und des weiteren der Katalysator auf einem definierten Beladungszustand mit dem Reduktionsmittel gehalten ist.

5

5 Eine exakte Bestimmung der desorbierten und der adsorbierten Reduktionsmittelrate  $M_D$  bzw.  $M_A$  ist zur Vermeidung eines Reduktionsmittelschlupfes und zur gleichzeitigen Bereitstellung von zur vollständigen Umsetzung der Stickoxide ausreichenden Reduktionsmittelraten  $M_R$  unbedingt erforderlich. Um dieses auszuführen, kann vorgesehen sein, bei der Bestimmung von  $M_D$  und  $M_A$  zu berücksichtigen, daß die spezifische Speicherkapazität  $C_R$  des Katalysators für das Reduktionsmittel mit steigender Abgastemperatur absinkt und mit steigendem Abgasdruck zunimmt.

Unter vorteilhafter Berücksichtigung der Tatsache, daß die katalytische Aktivität  $k$  für eine bestimmte Temperatur  $T(k_{max})$  ein Maximum erreicht und beiderseits dieser Temperatur abfällt, ist es zweckmäßig, wenn der Zwischenwert mit sinkender Abgastemperatur abgesenkt und mit steigender Abgastemperatur angehoben wird, wenn die Abgastemperatur  $T(k_{max})$  ist, bei der der Katalysator niedriger als die Temperatur  $T(k_{max})$  ist, bei der der Katalysator maximale katalytische Aktivität  $k_{max}$  aufweist. Dies bedeutet entsprechend, daß der Zwischenwert mit steigender Abgastemperatur abgesenkt und mit sinkender Abgastemperatur angehoben wird, wenn die Abgastemperatur mit steigender Abgastemperatur abgesenkt und mit sinkender Abgastemperatur angehoben wird, wenn die Abgastemperatur am Katalysator höher als die Temperatur  $T(k_{max})$  ist.

Unter Berücksichtigung der weiteren Tatsache, daß die katalytische Aktivität  $k$  mit steigendem Abgasdruck (Absolutdruck) am Katalysator zunimmt, ist es zweckmäßig, den Zwischenwert mit steigendem Druckverlust am Katalysator (entspricht steigendem Absolutdruck) anzuheben und/oder mit fallendem Druckverlust abzusenken.

9 Weil bei hoher Last und hoher Drehzahl des Verbrennungsmotors hohe Abgasraumgeschwindigkeiten auftreten können, ist es vorteilhaft, wenn der Zwischenwert bei Überschreiten einer maximalen Raumgeschwindigkeit, für die der Katalysator ausgelegt ist, verringernt wird. Durch diese Korrektur ist gewährleistet, daß das in das Abgas eindosierte Reduktionsmittel im

7

Katalysator gespeichert und/oder bei der katalytischen Abreaktion mit den Stickoxiden verbraucht wird und nicht aufgrund zu hoher Abgasraumgeschwindigkeiten aus dem Katalysator ausgetragen wird. Dabei kann sich ein Korrekturfaktor bei Überschreiten der maximalen Raumgeschwindigkeit aus dem Verhältnis von der maximalen Raumgeschwindigkeit zur momentanen Raumgeschwindigkeit ergeben.

Um bei der Dosierung des Reduktionsmittels auch Alterungss- und Vergiftungseffekte des Katalysators zu berücksichtigen, ist es zweckmäßig, wenn der Zwischenwert mit zunehmender Betriebdauer  $t_B$  verringert wird. Hierdurch wird vermieden, daß ein Reduktionsmittelsschlupf bei Alterungsbedingt nachlassender katalytischer Aktivität des Katalysators und/oder nachlassendem Speichervermögen des Katalysators für das Reduktionsmittel auftritt. Ein solcher Schlupf würde aber ansonsten bei unveränderter, etwa entsprechend der im Abgas enthaltenen Stickoxidrate  $M_{NO}$ , bemessenen Reduktionsmitteldosis  $M_R$  auftreten.

Um bei der obenstehend genannten Berücksichtigung der Alterungs- und Vergiftungseffekte des Katalysators noch besser temperaturbedingte Alterungseffekte am Katalysator zu berücksichtigen, ist es vorteilhaft, wenn der Zwischenwert entsprechend der mit der Betriebsdauer  $t_B$  gewerteten Abgastemperatur am Katalysator verringert wird. Auf diese Weise wird bei der Bestimmung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  berücksichtigt, welchen absoluten Temperaturen und Temperaturgradienten der Katalysator während des Betriebs ausgesetzt war.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, die Katalysatoreinheit vor Inbetriebnahme des Verbrennungsmotors vom Reduktionsmittel und von Kohlenwasserstoffen zu befreien. Hierdurch ist der gesamte Katalysator beim Start des Verbrennungsmotors "leer". Die Kontroleinheit kann daher bei der Einstellung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  von einem genau definierten Anfangszustand bezüglich der Beladung des

8

Katalysators mit dem Reduktionsmittel ausgehen, was zur Genauigkeitssteigerung der Reduktionsmitteldosisierung beiträgt.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfaßt die Reduktionsmittelzuführungs-Einheit ein mittels der Kontroleinheit einstellbares Bindiventil für eine wäßrige Harnstofflösung. Dies ist eine technisch einfache Lösung zur Zuführung des Reduktionsmittels. Eine wäßrige Harnstofflösung läßt sich einfach und gefahrlos im Fahrzeug mitführen und hydrolysiert einfach in einem sogenannten Hydrolysekatalysator zu Ammoniak, Kohlendioxid und Wasser. Die Katalysatoreinheit umfaßt dann vorzugsweise in Strömungsrichtung des Abgases der Reihe nach einen Hydrolyse-Katalysator, einen  $\text{DeNO}_x$ -Katalysator und gegebenenfalls einen Oxidations-Katalysator, der als Ammoniak-Schlupfhiller und zur katalytischen Umsetzung von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid verwendet wird.

Eine Einrichtung, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet, kann auf verschiedene Weise ausgestaltet sein. Eine dieser vorteilhaften Ausgestaltungen sieht vor, daß die Kontroleinheit einen Speicher für alle möglichen für die Bestimmung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  betriebsrelevanten Parameter des Abgases, des Katalysators und gegebenenfalls des Motors umfaßt, und die Mittel zur Erfassung der betriebsrelevanten Parameter mit ihren Signalen einen entsprechenden Speicherwert für die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  abrufen, wobei der Speicherwert an einem Ausgang der Kontroleinheit zur Steuerung der Reduktionsmittelzuführungseinheit anliegt.

Eine alternative, ebenso vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, daß die Kontroleinheit eine Mikroprozessor-Untereinheit umfaßt, die mittels eines Programms die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  aus den mittels der Mittel erfaßten betriebsrelevanten Parametern des Abgases, des Katalysators und gegebenenfalls des Motors bestimmt. Auf diese Weise ist es möglich, die eingentliche Berechnung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  gemäß des zugrundeliegenden Expertenwissens software-mäßig durchzufüh-

9

5 die Reduktionsmittelzuführungs-Einheit ein mittels der Kontroleinheit einstellbares Bindiventil für eine wäßrige Harnstofflösung. Dies ist eine technisch einfache Lösung zur Zuführung des Reduktionsmittels. Eine wäßrige Harnstofflösung

läßt sich einfach und gefahrlos im Fahrzeug mitführen und hydrolysiert einfach in einem sogenannten Hydrolysekatalysator zu Ammoniak, Kohlendioxid und Wasser. Die Katalysatoreinheit umfaßt dann vorzugsweise in Strömungsrichtung des Abgases der Reihe nach einen Hydrolyse-Katalysator, einen  $\text{DeNO}_x$ -Katalysator und gegebenenfalls einen Oxidations-Katalysator, der als Ammoniak-Schlupfhiller und zur katalytischen Umsetzung von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid verwendet wird.

Eine Einrichtung, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet, kann auf verschiedene Weise ausgestaltet sein. Eine dieser vorteilhaften Ausgestaltungen sieht vor, daß die Kontroleinheit einen Speicher für alle möglichen für die Bestimmung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  betriebsrelevanten Parameter des Abgases, des Katalysators und gegebenenfalls des Motors umfaßt, und die Mittel zur Erfassung der betriebsrelevanten Parameter mit ihren Signalen einen entsprechenden Speicherwert für die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  abrufen, wobei der Speicherwert an einem Ausgang der Kontroleinheit zur Steuerung der Reduktionsmittelzuführungseinheit anliegt.

Eine alternative, ebenso vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, daß die Kontroleinheit eine Mikroprozessor-Untereinheit umfaßt, die mittels eines Programms die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  aus den mittels der Mittel erfaßten betriebsrelevanten Parametern des Abgases, des Katalysators und gegebenenfalls des Motors bestimmt. Auf diese Weise ist es möglich, die eingentliche Berechnung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  gemäß des zugrundeliegenden Expertenwissens software-mäßig durchzufüh-

10

5 die Reduktionsmittelzuführungs-Einheit ein mittels der Kontroleinheit einstellbares Bindiventil für eine wäßrige Harnstofflösung

läßt sich einfach und gefahrlos im Fahrzeug mitführen und hydrolysiert einfach in einem sogenannten Hydrolysekatalysator zu Ammoniak, Kohlendioxid und Wasser. Die Katalysatoreinheit umfaßt dann vorzugsweise in Strömungsrichtung des Abgases der Reihe nach einen Hydrolyse-Katalysator, einen  $\text{DeNO}_x$ -Katalysator und gegebenenfalls einen Oxidations-Katalysator, der als Ammoniak-Schlupfhiller und zur katalytischen Umsetzung von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid verwendet wird.

Eine Einrichtung, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet, kann auf verschiedene Weise ausgestaltet sein. Eine dieser vorteilhaften Ausgestaltungen sieht vor, daß die Kontroleinheit einen Speicher für alle möglichen für die Bestimmung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  betriebsrelevanten Parameter des Abgases, des Katalysators und gegebenenfalls des Motors umfaßt, und die Mittel zur Erfassung der betriebsrelevanten Parameter mit ihren Signalen einen entsprechenden Speicherwert für die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  abrufen, wobei der Speicherwert an einem Ausgang der Kontroleinheit zur Steuerung der Reduktionsmittelzuführungseinheit anliegt.

Eine alternative, ebenso vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, daß die Kontroleinheit eine Mikroprozessor-Untereinheit umfaßt, die mittels eines Programms die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  aus den mittels der Mittel erfaßten betriebsrelevanten Parametern des Abgases, des Katalysators und gegebenenfalls des Motors bestimmt. Auf diese Weise ist es möglich, die eingentliche Berechnung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  gemäß des zugrundeliegenden Expertenwissens software-mäßig durchzufüh-

15

5 die Reduktionsmittelzuführungs-Einheit ein mittels der Kontroleinheit einstellbares Bindiventil für eine wäßrige Harnstofflösung

läßt sich einfach und gefahrlos im Fahrzeug mitführen und hydrolysiert einfach in einem sogenannten Hydrolysekatalysator zu Ammoniak, Kohlendioxid und Wasser. Die Katalysatoreinheit umfaßt dann vorzugsweise in Strömungsrichtung des Abgases der Reihe nach einen Hydrolyse-Katalysator, einen  $\text{DeNO}_x$ -Katalysator und gegebenenfalls einen Oxidations-Katalysator, der als Ammoniak-Schlupfhiller und zur katalytischen Umsetzung von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid verwendet wird.

Eine Einrichtung, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet, kann auf verschiedene Weise ausgestaltet sein. Eine dieser vorteilhaften Ausgestaltungen sieht vor, daß die Kontroleinheit einen Speicher für alle möglichen für die Bestimmung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  betriebsrelevanten Parameter des Abgases, des Katalysators und gegebenenfalls des Motors umfaßt, und die Mittel zur Erfassung der betriebsrelevanten Parameter mit ihren Signalen einen entsprechenden Speicherwert für die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  abrufen, wobei der Speicherwert an einem Ausgang der Kontroleinheit zur Steuerung der Reduktionsmittelzuführungseinheit anliegt.

Eine alternative, ebenso vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, daß die Kontroleinheit eine Mikroprozessor-Untereinheit umfaßt, die mittels eines Programms die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  aus den mittels der Mittel erfaßten betriebsrelevanten Parametern des Abgases, des Katalysators und gegebenenfalls des Motors bestimmt. Auf diese Weise ist es möglich, die eingentliche Berechnung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  gemäß des zugrundeliegenden Expertenwissens software-mäßig durchzufüh-

20

5 die Reduktionsmittelzuführungs-Einheit ein mittels der Kontroleinheit einstellbares Bindiventil für eine wäßrige Harnstofflösung

läßt sich einfach und gefahrlos im Fahrzeug mitführen und hydrolysiert einfach in einem sogenannten Hydrolysekatalysator zu Ammoniak, Kohlendioxid und Wasser. Die Katalysatoreinheit umfaßt dann vorzugsweise in Strömungsrichtung des Abgases der Reihe nach einen Hydrolyse-Katalysator, einen  $\text{DeNO}_x$ -Katalysator und gegebenenfalls einen Oxidations-Katalysator, der als Ammoniak-Schlupfhiller und zur katalytischen Umsetzung von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid verwendet wird.

Eine Einrichtung, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet, kann auf verschiedene Weise ausgestaltet sein. Eine dieser vorteilhaften Ausgestaltungen sieht vor, daß die Kontroleinheit einen Speicher für alle möglichen für die Bestimmung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  betriebsrelevanten Parameter des Abgases, des Katalysators und gegebenenfalls des Motors umfaßt, und die Mittel zur Erfassung der betriebsrelevanten Parameter mit ihren Signalen einen entsprechenden Speicherwert für die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  abrufen, wobei der Speicherwert an einem Ausgang der Kontroleinheit zur Steuerung der Reduktionsmittelzuführungseinheit anliegt.

Eine alternative, ebenso vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, daß die Kontroleinheit eine Mikroprozessor-Untereinheit umfaßt, die mittels eines Programms die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  aus den mittels der Mittel erfaßten betriebsrelevanten Parametern des Abgases, des Katalysators und gegebenenfalls des Motors bestimmt. Auf diese Weise ist es möglich, die eingentliche Berechnung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  gemäß des zugrundeliegenden Expertenwissens software-mäßig durchzufüh-

25

5 die Reduktionsmittelzuführungs-Einheit ein mittels der Kontroleinheit einstellbares Bindiventil für eine wäßrige Harnstofflösung

läßt sich einfach und gefahrlos im Fahrzeug mitführen und hydrolysiert einfach in einem sogenannten Hydrolysekatalysator zu Ammoniak, Kohlendioxid und Wasser. Die Katalysatoreinheit umfaßt dann vorzugsweise in Strömungsrichtung des Abgases der Reihe nach einen Hydrolyse-Katalysator, einen  $\text{DeNO}_x$ -Katalysator und gegebenenfalls einen Oxidations-Katalysator, der als Ammoniak-Schlupfhiller und zur katalytischen Umsetzung von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid verwendet wird.

Eine Einrichtung, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet, kann auf verschiedene Weise ausgestaltet sein. Eine dieser vorteilhaften Ausgestaltungen sieht vor, daß die Kontroleinheit einen Speicher für alle möglichen für die Bestimmung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  betriebsrelevanten Parameter des Abgases, des Katalysators und gegebenenfalls des Motors umfaßt, und die Mittel zur Erfassung der betriebsrelevanten Parameter mit ihren Signalen einen entsprechenden Speicherwert für die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  abrufen, wobei der Speicherwert an einem Ausgang der Kontroleinheit zur Steuerung der Reduktionsmittelzuführungseinheit anliegt.

Eine alternative, ebenso vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, daß die Kontroleinheit eine Mikroprozessor-Untereinheit umfaßt, die mittels eines Programms die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  aus den mittels der Mittel erfaßten betriebsrelevanten Parametern des Abgases, des Katalysators und gegebenenfalls des Motors bestimmt. Auf diese Weise ist es möglich, die eingentliche Berechnung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  gemäß des zugrundeliegenden Expertenwissens software-mäßig durchzufüh-

30

5 die Reduktionsmittelzuführungs-Einheit ein mittels der Kontroleinheit einstellbares Bindiventil für eine wäßrige Harnstofflösung

läßt sich einfach und gefahrlos im Fahrzeug mitführen und hydrolysiert einfach in einem sogenannten Hydrolysekatalysator zu Ammoniak, Kohlendioxid und Wasser. Die Katalysatoreinheit umfaßt dann vorzugsweise in Strömungsrichtung des Abgases der Reihe nach einen Hydrolyse-Katalysator, einen  $\text{DeNO}_x$ -Katalysator und gegebenenfalls einen Oxidations-Katalysator, der als Ammoniak-Schlupfhiller und zur katalytischen Umsetzung von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid verwendet wird.

Eine Einrichtung, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet, kann auf verschiedene Weise ausgestaltet sein. Eine dieser vorteilhaften Ausgestaltungen sieht vor, daß die Kontroleinheit einen Speicher für alle möglichen für die Bestimmung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  betriebsrelevanten Parameter des Abgases, des Katalysators und gegebenenfalls des Motors umfaßt, und die Mittel zur Erfassung der betriebsrelevanten Parameter mit ihren Signalen einen entsprechenden Speicherwert für die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  abrufen, wobei der Speicherwert an einem Ausgang der Kontroleinheit zur Steuerung der Reduktionsmittelzuführungseinheit anliegt.

Eine alternative, ebenso vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, daß die Kontroleinheit eine Mikroprozessor-Untereinheit umfaßt, die mittels eines Programms die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  aus den mittels der Mittel erfaßten betriebsrelevanten Parametern des Abgases, des Katalysators und gegebenenfalls des Motors bestimmt. Auf diese Weise ist es möglich, die eingentliche Berechnung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  gemäß des zugrundeliegenden Expertenwissens software-mäßig durchzufüh-

35

5 die Reduktionsmittelzuführungs-Einheit ein mittels der Kontroleinheit einstellbares Bindiventil für eine wäßrige Harnstofflösung

läßt sich einfach und gefahrlos im Fahrzeug mitführen und hydrolysiert einfach in einem sogenannten Hydrolysekatalysator zu Ammoniak, Kohlendioxid und Wasser. Die Katalysatoreinheit umfaßt dann vorzugsweise in Strömungsrichtung des Abgases der Reihe nach einen Hydrolyse-Katalysator, einen  $\text{DeNO}_x$ -Katalysator und gegebenenfalls einen Oxidations-Katalysator, der als Ammoniak-Schlupfhiller und zur katalytischen Umsetzung von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid verwendet wird.

Eine Einrichtung, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet, kann auf verschiedene Weise ausgestaltet sein. Eine dieser vorteilhaften Ausgestaltungen sieht vor, daß die Kontroleinheit einen Speicher für alle möglichen für die Bestimmung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  betriebsrelevanten Parameter des Abgases, des Katalysators und gegebenenfalls des Motors umfaßt, und die Mittel zur Erfassung der betriebsrelevanten Parameter mit ihren Signalen einen entsprechenden Speicherwert für die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  abrufen, wobei der Speicherwert an einem Ausgang der Kontroleinheit zur Steuerung der Reduktionsmittelzuführungseinheit anliegt.

Eine alternative, ebenso vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, daß die Kontroleinheit eine Mikroprozessor-Untereinheit umfaßt, die mittels eines Programms die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  aus den mittels der Mittel erfaßten betriebsrelevanten Parametern des Abgases, des Katalysators und gegebenenfalls des Motors bestimmt. Auf diese Weise ist es möglich, die eingentliche Berechnung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  gemäß des zugrundeliegenden Expertenwissens software-mäßig durchzufüh-

ren, so daß die Bestimmung der Reduktionsmittelrate  $M_R$  entgegen der vorangegangenen Ausgestaltung mit Kennfeldvergleich einfach und gegebenenfalls sogar durch Fuzzy-Logik durchgeführt werden kann. Besonders mittels Fuzzy-Logik können die vielfältigen betriebsrelevanten Parameter relativ zueinander und ihre absoluten Werte ihrem Wert für die Dosierung des Reduktionsmittels entsprechend gewichtet werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den übrigen Unteransprüchen zu entnehmen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand von fünf Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

5 Figur 1 in schematischer Darstellung die Abgasleitung eines  
 300 kW-Ladeluftgekühlten Dieselmotors mit gesteuer-  
 ter Einbringung eines Reduktionsmittels in das  
 stickoxidhaltige Abgas;

Figur 2 den qualitativen Verlauf der katalytischen Aktivi-  
 tät eines DenOX-Katalysators in Abhängigkeit von

Figur 3 den qualitativen Verlauf der spezifischen Speicherkapazität  $C_R$  eines  $\text{DeNO}_x$ -Katalysators für ein Reduktionsmittel in Abhängigkeit von der Temperatur;

Figur 4 den qualitativen Verlauf der katalytischen Aktivität  $k$  eines  $\text{DeNO}_x$ -Katalysators in Abhängigkeit von der Gesamtbetriebszeit  $t_B$ ; und

Figur 5 das Flußdiagramm einer Ablauftfolge zur Bestimmung der Reduktionsmittelfreie M.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung die Abgasleitung 2 eines 300 kW-ladeluftgekühlten Dieselmotors 4 mit einer an den Dieselmotor 4 angeschlossenen Meßstelle 5. In der Abgasleitung 2 sind der Reihe nach eine weitere Meßstelle 6, eine Katalysatoreinheit 8 und eine zusätzliche Meßstelle 20 eingebaut. In Strömungsrichtung eines Abgases 10 umfaßt die Katalysatoreinheit 8 der Reihe nach eine Einführungskammer 12, einen

Hydrolysekatalysator 14, einen  
Oxidationskatalysator 18. Außerdem  
die Einlaufkammer 12 der Kataly-  
ser-Abgasleitung 22 und eine  
Tung 32 mit einem einstellbarem  
steuerte Zugabe eines Reduktions-  
Über die Blaubrenner-Abgasleitung

leiter. Das Reduktionsmittel 26  
wässrige Harnstofflösung, wird  
30 bevorzugt und über die Rekti-  
32 dem Eindisventil 24 zugeführt  
24 wird das Reduktionsmittel 26

grenzt ist, in die Einlaufkammer und gegebenenfalls das Blaubrechen dieser Zone in die Einlaufkammer Löcher in den Lochblechen 34 und 15 laufkammer 12 eingedrückte Reduktion 20 durch wird verhindert, daß sich

Zur Einstellung der in das Abgaskontrollsystem  $M_R$  ist eine Kontrollelemente  $M_R$  erforderlich, die die Prozessor-Untereinheit 40 vorgefertigte Daten zur Einstellung der Kennlinie der Kontrolleinheit 38 übermitteln.

Am Eingang  $E_2$  liegen die (z.B. 16 gemessenen) betriebsrelevanten hier dessen Temperatur, Druck und Rauschbeispiele werden der Massenselbstmotor 4 erfaßt. Diese Daten

11

Eingang  $E_1$  vorliegenden Parametern des Dieselmotors 4 berechnet. Es wäre auch möglich, den Druck und auch den Massenstrom über separate Sensoren in der weiteren Meßstelle 6 zu messen.

5 Am Eingang  $E_3$  liegt die mittels der zusätzlichen Meßstelle 20 hinter der Katalysatoreinheit 8 gemessene Temperatur des Abgases 10 vor.

Am Eingang  $E_4$  liegen die betriebsrelevanten Parameter der Katalysatoreinheit 8 vor, und zwar deren katalytische Aktivität und deren Druck- und Temperaturverlauf, deren spezifische Speicherkapazität  $C_R$  für das Reduktionsmittel 26 und deren Druck- und Temperaturverlauf und deren physikalische Größe, wie z.B. Gewicht der katalytisch aktiven Masse, Geometrie und Wärmeübergang. Diese Parameter können beispielsweise auf einer Beipack-Diskette 44 als Ergänzung zur Katalysatoreinheit 8 abgelegt sein. Sie können mittels eines Diskettenlaufwerks 42, das in der Kontrolleinheit 38 eingebaut ist, in die Mikroprozessor-Untereinheit 40 geladen (implementiert) werden.

Über einen Ausgang  $A_1$  wird das Eindüsventil 24 für das Reduktionsmittel 26 gesteuert und damit eingestellt. Die Einstellung der mittels des Eindüsventils 24 in das Abgas 10 eindosierten Reduktionsmittelrate  $\dot{M}_R$  erfolgt dabei in Abhängigkeit von den betriebsrelevanten Parametern des Motors 4, des Abgases 10 und des Katalysator 8, was nachfolgend noch näher erläutert wird. Über einen Ausgang  $A_2$  kann der Blaubrenner 28 bedarfswise ein- und ausgeschaltet werden.

Ein Ablaufplan zur Bestimmung der Reduktionsmittelrate  $\dot{M}_R$  ist in Figur 5 gezeigt. Beim Betrieb des Dieselmotors 4 wird zunächst mittels der Meßstelle 5 gemessenen Parameter der Stickoxidgehalt im Abgas 10 bestimmt. Dies erfolgt im besonderen in der Mikroprozessor-Untereinheit 40, die durch Kennfeldvergleich der Parameter Luftmassenstrom  $M_M$ , Regelstangenweg GP, Ladedruck LD und Motordrehzahl MD die Stickoxide  $M_{NO}$ ,

12

hard- oder softwaremäßig bestimmt, wie dies beispielsweise in der DE-OS 36 15 021 beschrieben ist.

Aus den betriebsrelevanten Parametern des Abgases, wie z. B. Abgastemperatur  $A_T$ , Abgasdruck  $A_P$ , Abgasmassenstrom  $M_M$  und Stickoxidkonzentration  $C_{NO}$  wird entsprechend dem Wert  $M_{NO}$ , für die Stichoxide ein erster Zwischenwert  $z_1(\dot{M}_R)$  für die Reduktionsmittelrate  $\dot{M}_R$  bestimmt.

- 10 Am Anschließend wird aufgrund der Messung der Temperatur des Abgases 10 an den Meßstellen 6, 20 mittels der Kontrolleinheit 38 die Temperatur  $K_T$  der Katalysatoreinheit 8 bestimmt, und zwar beispielweise rechnerisch durch Mittelwertbildung oder durch Integration der Differentialgleichung für den Wärmetransfer der Katalysatoreinheit 8. Durch Vergleich mit dem Druck- und Temperaturverlauf  $k(T)$  bzw.  $k(p)$  der katalytischen Aktivität  $k$  der Katalysatoreinheit 8, der beispielsweise für die Temperatur gemäß Figur 2 gegeben sein kann, wird die katalytische Aktivität bestimmt. Für die Temperatur  $T(k_{max})$  und den Druck  $p(k_{max})$ , bei der die Katalysatoreinheit 8 seine maximale katalytische Aktivität  $k_{max}$  aufweist, bedeutet dies, dass in der Kontrolleinheit 38 zunächst ein zweiter Zwischenwert  $z_2(\dot{M}_R)$  der Reduktionsmittelrate  $\dot{M}_R$  gebildet wird, der bezogen auf die eingangs im Abgas 10 enthaltenen Stickoxidrate  $M_{NO}$ , nur geringfügig unterstöchiometrisch ist. Für Temperaturen unterhalb oder oberhalb dieser Temperatur  $T(k_{max})$  wird dieser zweite Zwischenwert  $z_2(\dot{M}_R)$  entsprechend dem Abfall der katalytischen Aktivität  $k$  (vgl. Figur 2) verringert. Diese Anpassung des zweiten Zwischenwertes wird dabei mit der Anpassung an den Druckverlauf der katalytischen Aktivität überlagert. Der Druckverlauf ist dabei mit zunehmendem Absolutdruck am Katalysator ansteigend.
- 15 Unter Berücksichtigung des quantitativen Zusammenhangs zwischen der druck- und temperaturabhängigen spezifischen Speicherkapazität  $C_R(p)$  bzw.  $C_R(T)$  für das Reduktionsmittel 26
- 20
- 25
- 30
- 35

13

der Katalysatoreinheit 8, wie deren möglicher Temperaturverlauf  $C_R(T)$  beispielweise qualitativ in Figur 3 dargestellt ist, kann mittels der Kontrolleinheit 38 die infolge von positiven zeitlichen Temperaturänderungen von der Katalysatoreinheit 8 desorbierende Reduktionsmittelrate  $M_D$  bestimmt werden. Um diese wird der zuvor gebildete zweite Zwischenwert verringert, was dann der tatsächlich netto in die Katalysatoreinheit 8 eingebrachten Reduktionsmittelrate  $M_K$  entsprechen kann. Dies bedeutet im besonderen, daß bei positiven Lastsprüngen des Dieselmotors 4, bei dem die Abgastemperatur AT, der Stickoxidgehalt  $C_{NO}$  und der Massenstrom AM des Abgases zum Teil drastisch ansteigen, die in der Katalysatoreinheit 8 zur Umsetzung der Stickoxide benötigte Reduktionsmittelmenge zunächst zumindest teilweise von der vom Katalysator 10 8 desorbinierten Reduktionsmittelrate  $M_D$  aufgebracht wird, wodurch zunächst entsprechend weniger Reduktionsmittel 26 mitteils des Eindüsventils 24 in die Einlaufkammer 12 eingedüst wird. Analog wird bei negativen Lastsprüngen entsprechend der bevorstehenden Temperaturabsenkung und der verstärkten Adsorption von Reduktionsmittel 26, d. h. entsprechend einer 15 adsorbierten Reduktionsmittelrate  $M_A$ , mehr Reduktionsmittel 26 zugeführt, als der an kommenden Stickoxidrate  $M_{NO}$ , entspricht, um die Katalysatoreinheit 8 jederzeit auf einem bevorzugten Füllstand, der im allgemeinen vom maximalen Füll- 20 stand abweicht, zu halten.

Während jedoch mit einer Anhebung der Dosierung des Reduktionsmittels 26 im Falle eines negativen Lastsprungs auf eine tatsächliche erfolgte Temperaturabsenkung an der Katalysatoreinheit 8 gewartet wird, erfolgt eine Zurücknahme der Dosierung des Reduktionsmittels 26 im Falle eines positiven Lastsprungs bereits bei einer Vergrößerung des Regelstangenwegs GP (Gaspedal weiter durchgetreten), ohne eine Zunahme der Temperatur T an der Katalysatoreinheit 8 abzuwarten. Die zu erwartende Temperaturerhöhung wird anhand der betriebsrelevanten Daten mittels der Kontrolleinheit 38 vorausberechnet.

14

Einer Überladung der Katalysatoreinheit 8 mit dem Reduktionsmittel 26 wird dadurch in diesen Fällen wirksam vorgebeugt.

Das mittels des Eindüsventils 24 in die Einlaufkammer eingesetzte Reduktionsmittel 26 wird dabei mittels des Abgasess 10 in den Hydrolysekatalysator 14 geführt. Dort hydrolysiert die im Ausführungsbispiel verwendete wäßrige Harnstofflösung zu Ammoniak, Kohlendioxid und Wasser. Die Hydrolyse wird durch im Hydrolyse-Katalysator 14 enthaltene Edelmetall-Bestandteile und die dort herrschende erhöhte Temperatur verursacht. Die Stickoxide werden zusammen mit dem Ammoniak durch die Kontaktierung am katalytisch aktiven Material des DeNO<sub>x</sub>-Katalysators 16 zu Stickstoff und Wasser umgesetzt. Auch die Kohlenwasserstoffe werden hier bei Temperaturen über 300° C bereits zu einem großen Teil katalytisch umgesetzt. An dem dem DeNO<sub>x</sub>-Katalysator 16 folgenden Oxidationskatalysator 18 wird eine katalytische Umsetzung der noch im Abgas 10 enthaltenen Kohlenwasserstoffe und Kohlenmonoxid sowie eine katalytische Nachverbrennung eines eventuell auftretenden geringen Ammoniakschlupfes erreicht.

Optional kann ein weiterer Schritt zur Bestimmung der Reduktionsmittelrate  $M_R$  durchgeführt werden. Um Alterungs- und Vergiftungseffekte an der Katalysatoreinheit 8, im besonderen am DeNO<sub>x</sub>-Katalysator 16, zu berücksichtigen, wird im Ausführungsbeispiel ein in Figur 4 dargestellter qualitativer Verlauf der katalytischen Aktivität k in Abhängigkeit von der Gesamtbetriebszeit  $t_B$  beispielweise über die betriebsrelevanten Parameter der Katalysatoreinheit 8 in der Kontrolleinheit 38 implementiert und berücksichtigt. Dies führt dazu, daß die entsprechend der im Abgas enthaltenen Stickoxide  $M_{NO}$ , in das Abgas zudosierte Reduktionsmittelrate  $M_R$ , d. h. zunächst der zweite Zwischenwert  $Z_2(M_R)$ , mit zunehmender Gesamtbetriebszeit  $t_B$  verrängert wird. Dies kann soweit ausgestaltet werden, daß dem Betreiber des Dieselmotors 4 bei Erreichen einer Gesamtbetriebszeit  $t_{max}$  (vgl. Figur 4), bei der die Katalysatoreinheit 8 beispielsweise nur noch die halbe

15

Anfangsaktivität  $k_0$  hat, von der Kontrolleinheit 38 eine Anforderung zum Austausch der Katalysatoreinheit 8 bekommt. Um dabei die während der Betriebszeit herrschende thermische Belastung der Katalysatoreinheit 8 bezüglich der Alterung noch stärker zu berücksichtigen, kann zusätzlich oder alternativ ein aus dem zweiten Zwischenwert  $Z_2(M_R)$  abgeleiteter dritter Zwischenwert  $Z_3(M_R)$  entsprechend der mit der Betriebsdauer  $t_B$  gewerteten Abgastemperaturen an der Katalysatoreinheit 8 bestimmt werden, der gegenüber dem zweiten Zwischenwert  $Z_2(M_R)$  verringert ist. Hierzu kann die Mikroprozessor-Untereinheit 40 beispielsweise das Integral über den zeitlichen Verlauf der Temperatur  $kT$  an der Katalysatoreinheit 8 berechnen.

Im Falle der Verfügbarkeit eines Ammoniak-Sensors an der Messstelle 20 (oder eventuell ergänzt durch nicht dargestellte Meßstellen zwischen Katalysatorabschnitten) kann eine Korrektur der Katalysatorparameter und gegebenenfalls eine Korrektur der Katalysatoreinheit vorgenommen werden. Bei Unterschreitung eines festgelegten Grenzwertes kann ebenso eine Aufforderung zum Austausch der Katalysatoreinheit 8 gemeldet werden.

Eine weitere Korrektur des gebildeten dritten Zwischenwertes  $Z_3(M_R)$  erfolgt im Ausführungsbeispiel optional durch eine Berücksichtigung der Raumgeschwindigkeit RG des Abgases 10 in der Katalysatoreinheit 8. Dabei ist die Katalysatoreinheit 8 auf eine maximale Raumgeschwindigkeit  $RG_{max}$ , die anhand ihrer Geometrie abgeleitet wird, ausgelegt. Bei Überschreiten dieser maximalen Abgasraumgeschwindigkeit in der Katalysatoreinheit 8 wird dann der dritte Zwischenwert  $Z_3(M_R)$  verringert, wodurch vermieden wird, daß das Reduktionsmittel 26 mit dem Abgas 10 regelrecht durch die Katalysatoreinheit 8 "hindurchgeblasen" wird und folglich als unerwünschter Ammoniakschlupf resultiert. Diese Verringerung kann beispielsweise gemäß dem Verhältnis von maximaler Raumgeschwindigkeit zu der momentan herrschenden Abgasraumgeschwindigkeit vorgenommen werden.

16

Im Rückblick auf das vorstehend Erläuterte wird resumiert, daß durch die Berücksichtigung des Druck- und Temperaturverlaufs der katalytischen Aktivität  $k(p)$  bzw.  $k(T)$ , der druck- und temperaturabhängigen spezifischen Speicherkapazität  $C_R(p)$  bzw.  $C_R(T)$ , der Abgasraumgeschwindigkeit RG und von Alters- und Vergiftungseffekten und gleichzeitiger Kenntnis betriebsrelevanter Parameter, wie z.B. Luftmassenstrom LM, Regelstangenweg RG, Ladedruck LD, Drehzahl MD, Abgastemperatur AT, Abgasmassenstrom AM, eine erfundsgemäße Einstellung der in das Abgas eindosierten Reduktionsmitteldosis  $M_R$  erreicht wird, die für jeden Betriebszustand des Dieselmotors 4 höchstmögliche Abscheideraten für die Stickoxide bei vernachlässigbar geringem Ammoniakschlupf bewirkt.

15 Im weiteren Verbesserung dieser Einstellstrategie kann berücksichtigt werden, daß die entsprechend der im Abgas enthaltenen Stickoxide  $M_{NO}$ , in das Abgas 10 zudosierte Reduktionsmitteldosis  $M_R$  sicherheitshalber zu Null gesetzt wird, wenn die Temperatur AT des Abgases eine Temperatur  $T_{min}$  entsprechend Figur 2 unterschreitet oder eine Temperatur  $T_{max}$  entsprechend Figur 2 überschreitet. Dabei hängt es von dem Druck- und Temperaturverlauf der katalytischen Aktivität  $k$  der jeweils verwendeten Katalysatoreinheit 8 ab, bei welcher Temperatur  $T_{min}$  und bei welcher Temperatur  $T_{max}$  liegen. Für den im Ausführungsbeispiel gewählten  $\text{DeNO}_x$ -Katalysator 16, dessen katalytisch aktive Substanz Titanoxid  $\text{TiO}_2$  und einen oder mehrere der Zusätze  $V_x\text{Mo}_y\text{O}_{32-z}$  mit  $x, y \geq 1; x + y < 12$  und  $z \leq 1$ , Wolframoxid  $\text{WO}_3$ , Molybdänoxid  $\text{Mo}_3$  und Vanadiumoxid  $\text{V}_{2}O_5$  umfaßt, liegt die Temperatur  $T_{min}$  bei etwa  $240^\circ \text{C}$  und die Temperatur  $T_{max}$  bei etwa  $550^\circ \text{C}$ . Innerhalb dieses Temperaturfensters werden ein Ammoniakschlupf sowie unerwünschte Reaktionen des Ammoniaks mit im Abgas enthaltenen Schwefeloxiden sowie die Bildung unerwünschter Stickstoffverbündungen, wie z.B. Lachgas  $\text{N}_2\text{O}$ , besonders gut vermieden.

17

Dies hat zwar zur Konsequenz, daß bei Temperaturen unterhalb  $T_{min}$  und Temperaturen oberhalb  $T_{max}$  des Abgases 10 keine oder nur eine sehr geringe Umsetzung der im Abgas 10 enthaltenen Stickoxide nach dem Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion erfolgt. Im Fall der Temperaturunterschreitung von  $T_{min}$  wiegt dieser Mangel nicht so schwer, da bei Lastzuständen des Dieselmotors 4, bei denen die Abgastemperatur unterhalb  $T_{min}$  liegt, nur sehr geringe Stickoxidmengen erzeugt werden. Zur Vernichtung zumindest eines Teils der in einem solchen Abgas enthaltenen Stickoxide kann das Abgas 10 zumindest teilweise nach Durchlaufen einer Ladeturbine eines hier nicht weiter dargestellten Turboldapters in die Ansaugluft des Dieselmotors 4 rezirkuliert werden.

15 Im Fall einer Temperatur  $T$  des Abgases 10 oberhalb der Temperatur  $T_{max}$  können Mittel zur Kühlung des Abgases zugeschaltet werden, die bewirken, daß die Temperatur des Abgases 10 wieder unter die Temperatur  $T_{max}$  sinkt. Dies kann beispielsweise durch Einleiten des Abgases 10 in eine hier nicht dargestellte Kühlstrecke, z.B. ein Luft/Luft-Wärmetauscher, oder durch Einschalten einer Fahrtwindkühlung für einen Abschnitt der Abgasleitung 2 und/oder eine Eindüseung von Wasser in das Abgas 10 bewirkt werden.

20 Um bei der Desorptionsrate  $M_D$  von einem definierten Anfangswert ausgehen zu können, ist es vorteilhaft, wenn die Katalysatoreinheit 8 vor der Inbetriebnahme des Dieselmotors 4 frei von Reduktionsmitteln 26 und Kohlenwasserstoffen ist. Dies erhöht gleichzeitig den Sicherheitspfeilraum, der bei der Zu-30 dosierung des Reduktionsmittels 26 zur Vermeidung eines Reduktionsmittelschlupfes ausgenutzt werden kann. Diese "Entleerung" der Katalysatoreinheit 8 kann beispielsweise durch einen sich an den Nutzungsbetrieb anschließenden kurzzeitigen Leerlaufbetrieb bei eingeschaltetem Blaubrenner 28 und/oder durch Einschalten des Blaubrenners 28 vor Inbetriebnahme des Dieselmotors 4 durchgeführt werden.

18

Das gemäß der Figur 5 durchgeführte Verfahren zur Bestimmung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$  kann mittels der bekannten Kontrolleinheiten, z. B. Rechner auf Hybridbasis, mehrfach pro Sekunde durchgeführt werden.

5 Wenn die Meßstelle 6 mit einem Sensor zur Messung der Stickoxidkonzentration und des Volumenstromes des Abgases 10 ausgerüstet ist, ergibt sich ein gegenüber Figur 1 einfacherer Aufbau. Weil die an der Katalysatoreinheit 8 ankommende Stickoxidrate  $M_{NO}$ , nun direkt aus dem Volumenstrom und der Stickoxidkonzentration des Abgases 10 bestimmt wird, ist nun nur noch die Erfassung des Luftmassenstroms des Dieselmotors 4 über den Eingang  $E_1$  erforderlich. Das bezüglich Figur 1 erläuterte Verfahren sowie die in Figur 1 dargestellte Einrichtung zur Dosierung des Reduktionsmittels 26 in das stickoxidhaltige Abgas 10 des Dieselmotors 4 bleiben jedoch ansonsten unverändert.

10 Fast trivial wird die Einstellung der Reduktionsmitteldosis  $M_R$ , wenn die Meßstellen 6 und 20 Sensoren zur Messung der Stickoxid- bzw. zur Stickoxid- und Reduktionsmittelkonzentration umfassen. Die Reduktionsmitteldosis  $M_R$  kann dann anhand der Stickoxidkonzentration im Abgas 10 eingestellt und mittels der Meßstelle 20 hinter dem Katalysator 8 gemeinsam mit der Meßstelle 20 der Reduktionsmittelkonzentration im Abgas 15 mittels der Kontrolleinheit 38 beispielsweise im Millisekunden-Bereich nachgeregt werden.

25

19

## Patentansprüche

1. Verfahren zur gesteuerten Einbringung eines Reduktionsmittels (26) in ein stickoxidhaltiges Abgas (10) eines Verbrennungsmotors (4) mit einer in der Abgasleitung (2) eingebauten Katalysatoreinheit (8) zur Stickoxidminderung, bei dem die Reduktionsmittelrate  $M_R$  des in das Abgas (10) eingebrachten Reduktionsmittels in Abhängigkeit von mindestens einem betriebsrelevanten Parameter des Abgases (10), von mindestens einem betriebsrelevanten Parameter der Katalysatoreinheit (8) und ggf. von mindestens einem betriebsrelevanten Parameter des Motors (4) eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, daß als betriebsrelevanter Parameter des Motors (4) der Luftmassenstrom (LM), der der Steilung der Kraftstoffeinspritzeinrichtung entsprechende Regelstangenweg (GP), der Ladedruck (LD) und/oder die Motordrehzahl (MD) vorgesehen ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, daß als betriebsrelevanter Parameter des Abgases (10) dessen Temperatur (AT), dessen Druck (AP), dessen Massenstrom (AM) und dessen Stickoxidkonzentration ( $C_{NOx}$ ) vorgesehen ist, und zwar vorzugsweise alle gemeinsam.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, daß als betriebsrelevanter Parameter der Katalysatoreinheit (8) deren Temperatur (KT), deren katalytische Aktivität (k) mit Druck- und Temperaturverlauf ( $k(p)$  bzw.  $k(T)$ ), deren spezifische und Speicherkapazität  $C_R$  für das Reduktionsmittel (26) mit Druck- und Temperaturverlauf ( $C_R(p)$  bzw.  $C_R(T)$ ) und deren physikalische Größe, wie z.B. Gewicht der katalytisch aktiven Masse, Geometrie und Wärmeübergang, vorgesehen ist, und zwar vorzugsweise alle gemeinsam.

20

## 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

durchgekennzeichnet, daß entsprechend der Stickoxide  $M_{NO}$ , des im Abgas (10) enthaltenen Stichoxids ein Zwischenwert  $Z_1(M_A)$  für die Reduktionsmittelrate  $M_R$  bestimmt wird, der gegebenenfalls um eine von der Katalysatoreinheit (8) desorbierte Reduktionsmittelrate  $M_D$  verringert wird oder um eine von der Katalysatoreinheit (8) adsorbierte Reduktionsmittelrate  $M_A$  erhöht wird.

- 10 6. Verfahren nach Anspruch 5, durchgekennzeichnet, daß bei einer Bestimmung der desorbierter Reduktionsmittelrate  $M_D$  und der adsorbierten Reduktionsmittelrate  $M_A$  berücksichtigt wird, daß die spezifische Speicherkapazität  $C_R$  für das Reduktionsmittel mit steigender Abgastemperatur absinkt und mit steigendem Abgasdruck zunimmt.
- 15 7. Verfahren nach Anspruch 5, durchgekennzeichnet, daß die Verkürzung bereits bei einer zeitlichen Änderung des Regelstangenweges, die einen positiven Lastsprung bewirkt, entsprechend einer Vorausberechnung der Temperatur T am Katalysator (8) durchgeführt wird.
- 20 8. Verfahren nach Anspruch 5, durchgekennzeichnet, daß die Erhöhung erst bei einer tatsächlich an der Katalysatoreinheit (8) erfolgten Temperaturabsenkung durchgeführt wird.
- 25 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, durchgekennzeichnet, daß der Zwischenwert  $Z_1(M_A)$  mit sinkender Abgastemperatur abgesent und mit steigender Abgastemperatur angehoben wird, wenn die Abgastemperatur an der Katalysatoreinheit (8) niedriger als eine Temperatur  $T_{kmax}$  ist, bei der die Katalysatorenaktivität  $k_{max}$  aufweist.
- 30 35 (8) maximale katalytische Aktivität  $k_{max}$  aufweist.

21

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9,  
 daß durch gekennzeichnet, daß der Zwischenwert  $Z_1(M_A)$  mit steigender Abgastemperatur abgesenkt und mit sinkender Abgastemperatur angehoben wird, wenn die Abgastemperatur an der Katalysatoreinheit (8) höher als die Temperatur  $T(k_{max})$  ist, bei der die Katalysatoreinheit (8) maximale katalytische Aktivität  $k_{max}$  aufweist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 10,  
 daß durch gekennzeichnet, daß der Zwischenwert bei Überschreiten einer maximalen Raumgeschwindigkeit, für die die Katalysatoreinheit (8) ausgelegt ist, verrängert wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 11,  
 daß durch gekennzeichnet, daß der Zwischenwert mit zunehmender Betriebsdauer  $t_B$  verringert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12,  
 daß durch gekennzeichnet, daß der Zwischenwert entsprechend der mit der Betriebsdauer  $t_B$  gewerten Abgastemperaturen an der Katalysatoreinheit (8) verringert wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
 daß durch gekennzeichnet, daß die Katalysatoreinheit (8) vor Inbetriebnahme des Verbrennungsmotors (4) vom Reduktionsmittel (26) und von Kohlenwasserstoffen durch Blaubrennen befreit wird.

15. Einrichtung zur gesteuerten Einbringung eines Reduktionsmittels (26) in ein stickoxidhaltiges Abgas (10) eines Verbrennungsmotors (4) mit einer in der Abgasleitung (2) eingebauten Katalysatoreinheit (8) zur Stickoxidminderung, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 14,

22

durch gekennzeichnet, daß eine Kontrolleinheit (38), dieser Kontrolleinheit (38) zugeordnete Mittel (5, 6, 20, 42, 44) zur Erfassung von mindestens einem betriebsrelevanten Parameter des Abgases (10), von mindestens einem betriebsrelevanten Parameter der Katalysatoreinheit (8) und ggf. von mindestens einem betriebsrelevanten Parameter des Motors (4) und eine der Kontrolleinheit (38) zugeordnete Reduktionsmittelzuführungs-Einheit (24, 30, 32), mit der, ein Reduktionsmittel (26) in Strömungsrichtung des Abgases (10) vor der Katalysatoreinheit (8) in die Abgasleitung (2) einbringbar ist, vorgesehen sind, wobei die Kontrolleinheit (38) zur Einstellung der in das Abgas (10) eingebrachten Reduktionsmittelrate  $M_R$  in Abhängigkeit von den betriebsrelevanten Parametern vorgesehen ist.

15

16. Einrichtung nach Anspruch 15,  
 daß durch gekennzeichnet, daß die Katalysatoreinheit (8) in Strömungsrichtung des Abgases (10) der Reihe nach einen Hydrolyse-Katalysator (14), einen  $\text{D}\text{e}\text{n}\text{O}_\text{x}$ -Katalysator (16) und gegebenenfalls einen Oxidationskatalysator (18) umfaßt.

17. Einrichtung nach Anspruch 15 oder 16,

daß durch gekennzeichnet, daß die Reduktionsmittelzuführungs-Einheit (24, 30, 32) ein mittels der Kontrolleinheit (38) einstellbares Eindüsventil (24) für das Reduktionsmittel (26), vorzugsweise eine wäßrige Harnstofflösung, umfäßt.

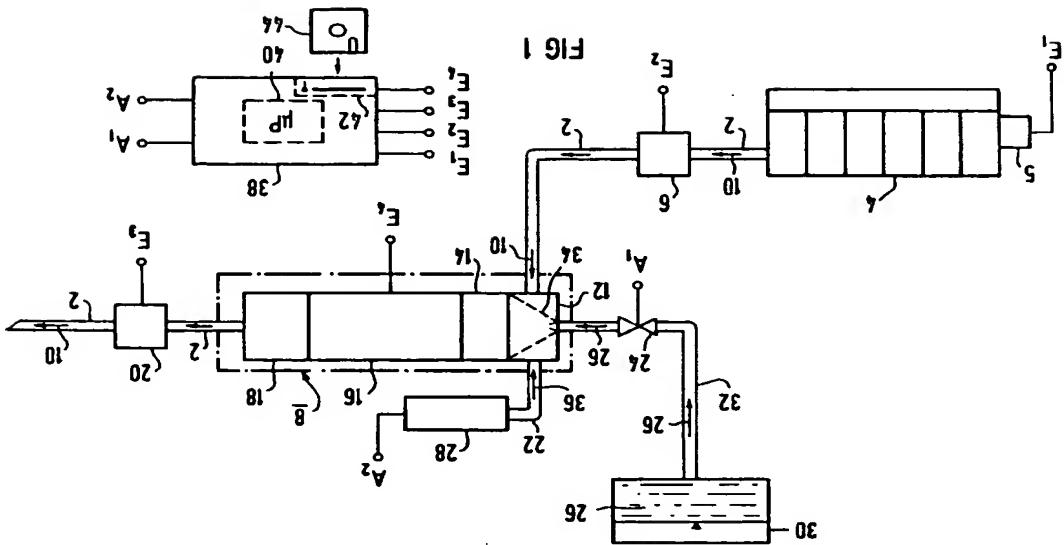
18. Einrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 17,

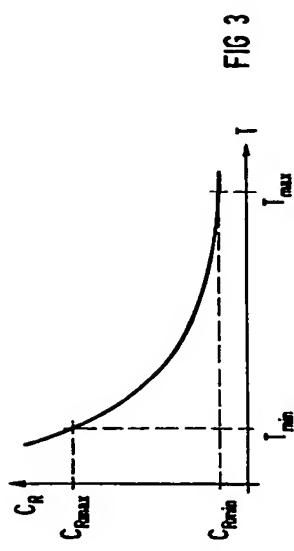
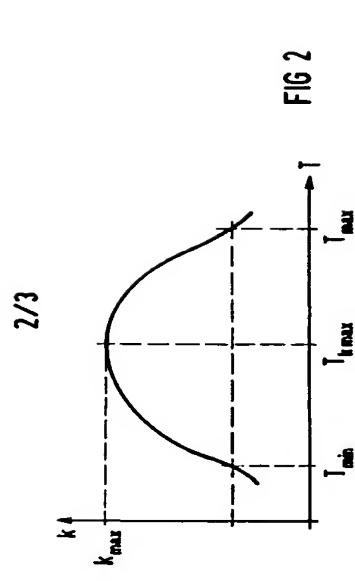
daß durch gekennzeichnet, daß die Kontrolleinheit (38) einen Speicher für alle möglichen, für die Bestimmung der Reduktionsmittelrate  $M_R$  betriebsrelevanten Parameter des Abgases (10), der Katalysatoreinheit (8) und gegebenenfalls des Motors (4) umfaßt, und daß die Mittel (5, 6, 20, 42, 44) mit ihren Signalen einen entsprechenden Speicherwert für die Reduktionsmittelrate  $M_R$  abrufen, wobei der

23

Speicherwert an einem Ausgang ( $A_1$ ) der Kontrolleinheit (38) zur Steuerung der Reduktionsmittelzuführungseinheit (24, 30, 32) anliegt.

5 19. Einrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 17,  
 daß durch gekennzeichnet, daß die Kontrolleinheit (38) eine Mikroprozessor-Untereinheit (40) umfaßt, die mittels eines Programms die Reduktionsmittelrate  $M_R$  aus den mittels der Mittel (5, 6, 20, 42, 44) erfaßten  
 10 betriebsrelevanten Parametern des Abgases (10), der Katalysatoreinheit (8) und gegebenenfalls des Motors (4) bestimmt.





3/3

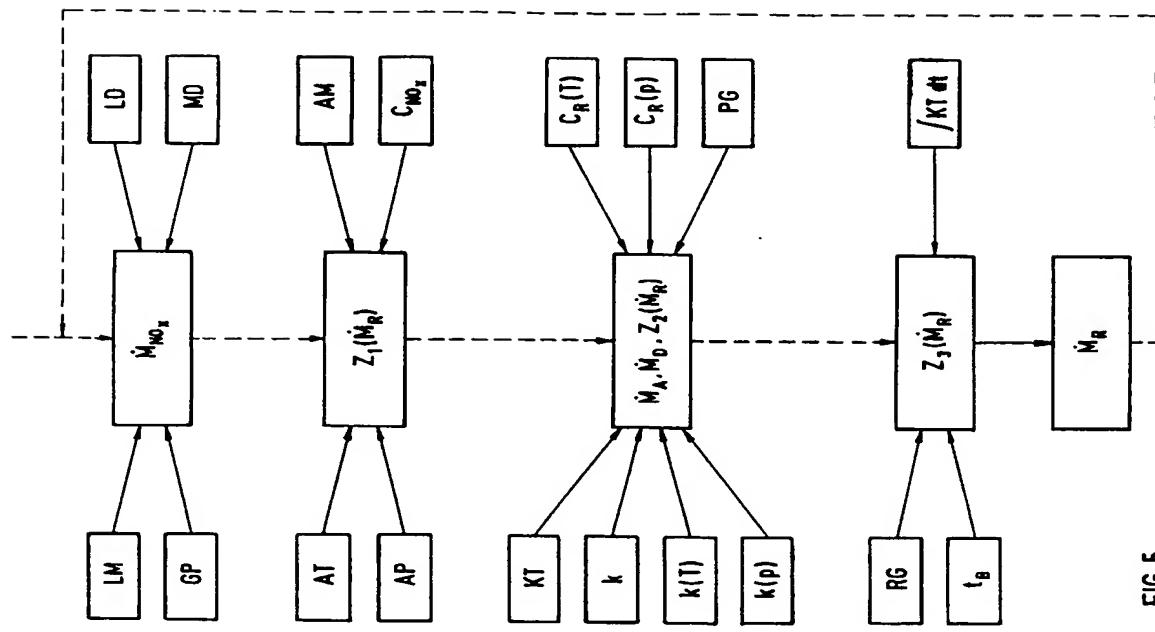


FIG 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Classification of subject matter IPC 5 F01N3/20	Application No. PCT/DE 94/00463
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC	
B. FIELDS SEARCHED (classification system followed by classification symbol)	
IPC 5 F01N 8010	

Minutiae document searched (classification system followed by classification symbol)

Document(s) searched other than minutiae documentation to the extent that such documents are included in the field searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Clauses of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	DE, C, 42 17 552 (MERCEDES-BENZ) 19 August 1993 see column 2, line 18 - line 60; figure ----  PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 4, no. 139 (N-034) 30 September 1980 & JP,A,55 093 917 (UNITIKA) 16 July 1980 see abstract ----  A DE,A,37 04 030 (RUHRGAS) 18 August 1988 see column 1, line 35 - line 65; figure 1 ----  A US,A,4 403 473 (GLADDEN) 13 September 1983 see column 6, line 44 - column 7, line 16; figure 4 ----  A DE,A,37 21 572 (JENBACHER) 11 February 1988 ---- ---- ----	1-4, 15, 17-19  1,15  1,15  1,15  1,15  1,15  1,15  1,15
A	Further documents are listed in the continuation of box C.	<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*'A' document defining the general state of the art which is not considered to be particular relevant
- \*'B' document not published on or after the international filing date
- \*'C' document which may show doubt on patentability or disclosure in respect of the claimed invention and which is not a document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*'D' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

Date of the actual completion of the international search

29 June 1994

18.07.94

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.O. 3011 Potsdamer 2  
NL-2280 (IV) Simpelveld, Tl. 51 631 090,  
Tel. (+31-70) 348-3000, Fax (+31-70) 348-3016

Authorized officer  
Sideris, M

Form PCT/ISA/10 (Second sheet) (May 1991)

page 1 of 2

Line and Application No. PCT/DE 94/00463	Priority Date PC/DE 94/00463
C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category	Clauses of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages
A	GB,A,2 132 112 (GENERAL ELECTRIC) 4 July 1984 ----
Reference to claim No.	

Form PCT/ISA/10 (continuation of second sheet) (May 1991)

page 2 of 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

卷之三

• ४५८ •

Patient document cited in search report	Publication date	Parent family member(s)	Publication date
DE-C-4217552	19-08-93	FR-A- GB-A-	2691645 2267365
DE-A-3704030	18-08-88	NONE	
US-A-4403473	13-09-83	NONE	
DE-A-3721572	11-02-88	AT-B-	389315
GB-A-2132112	04-07-84	US-A- US-A- JP-B-	447536 4473537 3042930
		JP-A- NL-A-	59134332 8304427

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

卷之三

"संग्रहालय विषयक संक्षेप

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Info:  Auszusuchen  
PC/DE 94/00463

C/Formular 1

## ALS WESENTLICH ANGEGEHENDE UNTERLAGEN

	Kategorie*	Beschriftung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Fälle	(Dr. Ansprache Nr.)
A	DE-A,37 21 572 (JENBACHER) 11. Februar 1988	---	
A	GB,A,2 132 112 (GENERAL ELECTRIC) 4. Juli 1984	---	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, s.a. die zur ersten Patentsammlung geboren

Info:  Auszusuchen

PC/DE 94/00463

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-C-4217552	19-08-93	FR-A-2691605	03-12-93	
DE-A-3704030	18-08-88	GB-A-2267395	01-12-93	
US-A-4403673	13-09-83	KEINE		
DE-A-3721572	11-02-88	AT-B-	385915	10-06-88
GB-A-2132112	04-07-84	US-A-4473516	25-09-84	
		US-A-4473537	25-09-84	
		JP-B-3062930	28-06-91	
		JP-A-59134332	02-08-84	
		NL-A-8304427	16-07-84	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**